

JULIANO ALVES CARDOSO

**O TREINAMENTO DE FORÇA EM RELAÇÃO AOS MÚSCULOS
ISQUIOTIBIAIS – UMA REVISÃO DE LITERATURA**

CURITIBA, PR

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**“O TREINAMENTO DE FORÇA EM RELAÇÃO AOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS:
REVISÃO CRÍTICA DA LITERATURA”**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de especialista do curso de pós-graduação em fisiologia do exercício, do setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná. Orientador: Professor Dr. Wagner de Campos.

**CURITIBA - PR
2013**



Entre o que o nosso corpo nos diz e o que devemos saber a fim de funcionar, há um vácuo que nós mesmos devemos preencher, e nós preenchemos com a informação (ou desinformação) fornecida pela nossa cultura. (Geertz, 1989)

Dedico este trabalho a minha família, que sempre estão presentes diretamente ou indiretamente em meus projetos e realizações profissionais, como pessoais. E também em especial ao meu orientador Wagner de Campos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Problema.....	9
1.2 Justificativa	9
1.3 Objetivos	10
13.1 Objetivo Geral.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
2 SISTEMA NEUROMUSCULAR.....	11
2.1 SISTEMA NERVOSO	11
2.2 Estrutura do músculo esquelético	13
2.3 A contração muscular	14
2.4 As fibras músculos esqueléticas e a sua classificação	16
3 TREINAMENTO DE FORÇA	19
2.1 Definições básicas do treinamento de força	19
3.2 Princípios básicos para o treinamento de força	22
3.3 A força muscular	24
4 GRUPO MUSCULAR ISQUIOTIBIAL.....	27
4.1 Os músculos Isquiotibiais.....	27
4.2 Modelo biomecânico do joelho.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS.....	35
ANEXO 1- Mapa de Músculos do Corpo Humano	39
ANEXO 2 – Mapa de Músculos Corpo Humano: Posterior / Anterior.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A estrutura do músculo esquelético	13
Figura 2 – Estrutura Básica de um músculo esquelético em corte transversal	15
Figura 3 – Principais Ações Musculares	21
Figura 4 – Anatomia dos músculos Isquiotibiais.....	29
Figura 5 – Dissecção profunda da face posterior das regiões do glúteo, coxa	29
Figura 6 – Dissecção superficial da face lateral das regiões do glúteo, coxa e joelho	30
Figura 7 – Representação Simplificada da Linha de força dos Isquiotibiais.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Sistema Nervoso Central.....	12
TABELA 2 - Características das fibras musculares dos tipos I e II.....	18

LISTA DE SIGLAS

EMG - Eletromiografia

TDF – Treinamento de Força

SN – Sistema Nervoso

SMC – Sistema Nervoso Central

SNP – Sistema Nervoso Periférico

1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força é um efetivo método para o desenvolvimento da força no sistema músculo esquelético e é muitas vezes prescrito para o condicionamento, saúde, prevenção e reabilitação.

Uchaidac (1988) destaca que no treinamento de força na maioria das vezes a busca da melhor forma ou rendimento não é efetivado em função de um desequilíbrio entre as muitas variáveis ligas ao treinamento, sendo estas variáveis: escolha e a ordem dos exercícios, o volume, a intensidade, a frequência de treino, e o intervalo entre as séries e os exercícios.

Os indivíduos que participam de um programa de treinamento de força esperam que ele produza determinados benefícios, tais como o aumento da força, aumento da massa magra, diminuição da gordura corporal e a melhoria do desempenho físico em atividades esportivas e da vida diária. Assim, um programa de treinamento de força bem elaborado é consistentemente desenvolvido, pode produzir todos esses benefícios (FLECK; KRAEMER, 2006).

Nesta pesquisa de revisão de literatura referente ao treinamento de força em relação aos músculos isquiotibiais, evidenciaremos o grupo muscular isquitibial: bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso, que estão localizados na parte posterior da coxa, sendo músculos biarticulares.

1.1 Problema

Qual a relevância do treinamento de força em relação aos músculos isquiotibiais?

1.2 Justificativa

A presente pesquisa é de grande relevância no contexto social, profissional e da ciência, o que justifica tal investigação neste assunto.

A necessidade do homem atual realizar atividades e/ou exercícios físicos que venham a contribuir para a sua qualidade de vida, com como, o profissional da área

da educação física ser conhecedor das questões que contextualizam o bom conhecer e fazer da fisiologia do exercício de total importância no estudo a discorrer.

No âmbito científico é fundamental para todo profissional quer seja ele atuante em academias, clubes, técnico esportivo com fundamentação científica, para poder da melhor forma e com segurança realizar o seu trabalho.

1.3 Objetivos

13.1 Objetivo Geral

Investigar através de revisão de literatura o treinamento de força em relação aos músculos isquiotibiais.

1.3.2 Objetivos Específicos

Descrever sobre o sistema neuromuscular;

Analisar o treinamento de força em relação aos aspectos fisiológicos;

Realizar um estudo referente ao grupo de músculos isquiotibiais e o treinamento de força.

2 SISTEMA NEUROMUSCULAR

2.1 SISTEMA NERVOSO

O Sistema nervoso (SN) consiste em sistema nervoso central (SNC), constituído pelo encéfalo e pela medula espinhal, e sistema nervoso periférico (SNP), dividido em somático (voluntário) e autónomo (involuntário), constituído por nervos que levam e trazem as informações para o SNC (MCARDLE, KATCH; KARCH, 1998).

O sistema nervoso percebe e interpreta os estímulos internos e externos ao corpo, elaborando respostas que mantêm o organismo em equilíbrio. Na verdade, é quem sintoniza o organismo com o ambiente interno e o externo. O sistema sensorial estabelece o contato do corpo com o que nos cerca, indicando mudanças ambientais e alterações dentro do próprio organismo (CHEIDA, 2003).

O encéfalo está no crânio e é formado pelo cérebro, tronco encefálico e cerebelo.

O cérebro é a porção mais desenvolvida do encéfalo e é composto de dois hemisférios, cada um deles com duas regiões: córtex e medula.

O córtex cerebral ou massa cinzenta é a parte mais externa do cérebro, formada pelos corpos celulares dos neurónios e as células que os sustentam e nutrem, as células da glia ou neuroglia. No córtex situam-se o tálamo e o hipotálamo. O tálamo conduz os estímulos captados pelos órgãos sensoriais, exceto olfato, para as regiões do cérebro, onde são processados.

O hipotálamo conecta o sistema nervoso às glândulas, controla temperatura, balanço hídrico, pressão arterial, frequência cardíaca, apetite e outras funções.

A medula (não confundir com medula espinhal) é a parte mais interna do cérebro, formada pelos axónios e dendritos, que são as fibras nervosas. Devido à bainha de mielina das fibras nervosas, a sua cor é branca.

O tronco encefálico é constituído de três partes: mesencéfalo, ponte e bulbo raquiano ou medula oblonga.

TABELA 1 – Sistema Nervoso Central

Mesencéfalo	Coordena o tônus muscular, a postura do corpo e alguns reflexos.
Ponte	Faz a ligação pelas fibras nervosas, entre cérebro e cerebelo.
Bulbo raquiano ou medula oblonga	Mantém o cérebro em alerta e coordena movimentos musculares, como respiração

Fonte: Cheida, 2003.

O cerebelo concede equilíbrio ao corpo, orientado a postura e coordenando os movimentos ao receber informações do encéfalo.

A medula espinhal ou raquiana, formada por 31 pares de nervos (espinais ou raquianos), possui uma parte interna cinzenta formada por corpos celulares dos neurônios, e uma parte externa, branca, constituída de axônios mielinizados. Limita-se a transmitir ordens do cérebro para o corpo e as sensações e os estímulos do corpo até o cérebro. (CHEIDA, 2003).

Assim, o processo da contração muscular se dá graças à interligação das funções do SNP com o SNC, haja vista que essa interação é que torna capaz a realização dos movimentos humanos; nossos nervos levam e trazem informações por todo nosso corpo. Os estímulos (informações) chegam ao SNC pelas vias aferentes (neurônios sensoriais) onde passam por processo de codificação e organização de uma respostas motora (córtex motor). Após essa organização, é enviada uma resposta (impulso elétrico) por meio da via eferente (neurônio motor alfa) até a placa motora terminal. Nesse momento, o estímulo deixa de ser elétrico e passa a ser químico, sendo responsável pela continuidade do processo de transmissão da informação e promoção da resposta motora (contração muscular), gerando movimento. (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008).

Portanto, é necessário sabermos que existem uma via de comunicação entre SNP e SNC, e essa comunicação estabelece o nosso movimento, e o sistema neuromuscular bem treinado, atua com excelência na força muscular.

2.2 Estrutura do músculo esquelético

Para um melhor entendimento do treinamento de força e a sua influência na ação muscular se faz necessário compreender a estrutura do músculo estriado esquelético e sua função.

O músculo esquelético é formado por milhares de fibras contráteis individuais, mantidas juntas por uma bainha de tecido conjuntivo. A porção de tecido conjuntivo que cobre cada fibra ou célula muscular é denominada endomísio, existe a membrana da célula muscular ou sarcolema. O interior da célula muscular é formado por um protoplasma especializado, denominado de sarcoplasma ou citoplasma. Numerosas células (fibras) musculares ou fascículos. Os peixes, que contém números variantes de fibras musculares, são mantidos juntos por um tecido conjuntivo que recebe a designação de perimísio, envolvendo todo o tecido muscular. Também existe um outro componente de tecido conjuntivo denominado de epimísio (figura1), (POWERS, HOWLEY, 2000).

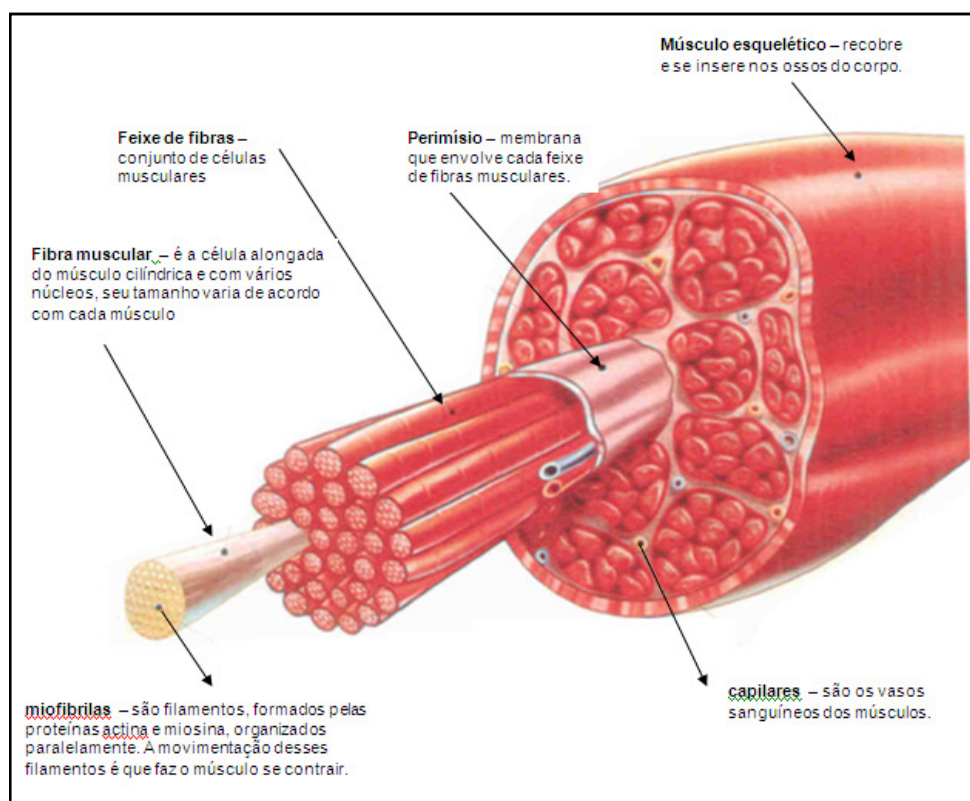


Figura 1 – A estrutura do músculo esquelético
Fonte: Di Dio; Pazinatto, 2001

Uma fibra muscular consiste de muitas miofibrilas, estas que estão envoltas por uma membrana plasmática denominada sarcolema. A miofibrila é constituída é construída de muitos sarcômeros. O sarcômero é denominada a unidade estruturas básica da fibra muscular (HALL, 2002) que contém filamentos finos, grossos, elásticos e inelásticos (figura 1). Os filamentos de actina e miosina constituem a parte contrátil da miofibrila, enquanto que a titina e a nebulina são parte do citoesqueleto intramiofibrilar.

Cada sarcômero é composto por quatro filamentos, como se segue:

1. O filamento fino, composto pela actina de aproximadamente 5nm de diâmetro);
2. O filamento espesso, composto pela proteína miosina (de aproximadamente 15 mm de diâmetro);
3. O filamento elástico, composto pela titina;
4. O filamento inelástico, composto pela proteína nebulina;

2.3 A contração muscular

O músculo esquelético (figura 1) é o principal agente responsável pela conversão de energia química (potencia) em energia cinética (movimento). É composto por fibras musculares multinucleares rodeadas por uma membrana plasmática excitável eletricamente denominada sarcolema. As principais proteínas musculares são a actina (figura 1) e miosina (figura), sendo que a última possui cauda fibrosa constituída por duas hélices trançadas, com cada uma exibindo uma cabeça globular em um de seus terminais, sendo divididas em hexâmeros constituídos por um par de cadeias pesadas, cada uma com massa molecular de 200 QDA cada. (PEREIRA, SOUZA JÚNIOR, 2007).

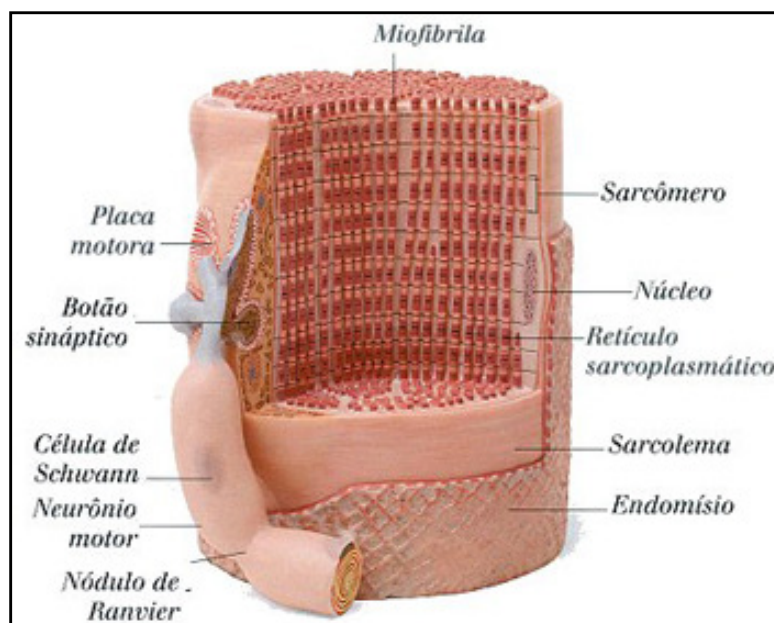


Figura 2 – Estrutura Básica de um músculo esquelético em corte transversal

Fonte: <http://www.xn--musculação-xza3b.com/estrutura-do-musculo-esqueletico.html>

A contração muscular consiste no acoplamento da porção globular (cabeça) da miosina nos filamentos de actina. Os principais eventos bioquímicos ocorridos durante um ciclo de contração muscular são (figura 2): a) na fase inicial do processo, a porção globular da miosina hidrolisa ATP em ADP e Pi, mas esses produtos permanecem ligados à proteína. O complexo resultante ADP.Pi. miosina encontra-se energizado nesse momento; b) quando a contração muscular é estimulada via eventos envolvendo Ca^{2+} , troponina, tropomiosina e actina, a última torna-se acessível à cabeça da miosina, que se liga a ela formando o complexo actina.miosina.ADP.Pi; c) a formação desse complexo promove liberação do Pi, com início da contração. Isso é seguido da liberação de ADP com mudança conformacional na cabeça da miosina em relação a sua calda, que se move 10nm em direção ao centro do sarcômero. A miosina encontra-se, nesse caso, em estado de baixa energia; d) outra molécula de ATP liga-se à cabeça da miosina, formando o complexo actina.miosina.ATP, que apresenta baixa afinidade pela actina; e) a actina desliga-se, seguida pela miosina. (PEREIRA, SOUZA JÚNIOR, 2007).

O último passo é fator importante no relaxamento muscular, dependente da ligação de ATP no complexo actina.miosina. Portanto, se a concentração intracelular de ATP está baixa, este não se encontra disponível para ligar-se à cabeça da

miosina e a actina permanece acoplada a essa proteína. Portanto, o único fator limitante da ação muscular é o ATP.

O músculo encontra-se inibido no repouso e ativado durante a contração. A inibição da contração muscular é consequência da atuação do sistema da troponina, que está ligado na tropomiosina (figura 2). A troponina I previne a ligação da cabeça da miosina na actina pela alteração conformacional imposta à actina via tropomiosina ou, simplesmente, por modificar a posição da tropomiosina que bloqueia diretamente o sítio da actina em que a miosina se liga. Quando Ca^{2+} é liberado do retículo sarcoplasmático, este se liga na troponina C; com isso, a tropomiosina sofre movimento lateral expondo o sítio de ligação da miosina na actina. (PEREIRA, SOUZA JÚNIOR, 2007).

2.4 As fibras músculos esqueléticas e a sua classificação

As fibras músculos esqueléticos são células multinucleadas. Assim, as proteínas nessas fibras estão sob o controle de diferentes núcleos, o que tem sido chamado de domínio nuclear, ou seja, diferentes núcleos individuais ao longo da fibra (HAL; RALTON, 1989; HIKIDA, 1997; PAVLATH, 1989). É interessante observar que, em função disso, a quantidade de proteína não poderá ser aumentada, a menos que o número de núcleos seja aumentado na divisão mitótica das células-satélite ativadas (HAWKE; GARRY, 2001; SATRON; HIKIDA, 2001).

A musculatura esquelética é uma mistura heterogênea de vários tipos de fibras musculares. A quantificação de diferentes características físicas e bioquímicas das diferentes fibras musculares tem elevado ao desenvolvimento de vários sistemas histoquímicos de classificação das fibras (PETTE; STARON, 1990).

As fibras musculares são classificadas como tipo I ou tipo II. Além disso, várias subclassificações (p. ex., tipo IIA) podem ser feitas em ambos os tipos gerais (tipo I e tipo II). As fibras do tipo I são mais oxidativas. Iniciando no topo e progressivamente baixando. Os subtipos de fibra são altamente relacionados com o tipo de miosina de cadeia pesada (i.e., a mais abundante proteína no músculo esquelético) contido na estrutura muscular (Fry, Kraemer, Stone 1994); Staron, 1991) e, portanto, relacionado com a taxa de ciclo das pontas cruzadas e com a velocidade de contração.

Propriedades funcionais têm sido associadas às classificações dos tipos de fibras porque as fibras do tipo II (brancas, fibras rápidas, rápidas oxidativas, glicolíticas, rápidas glicolíticas) e do tipo I (vermelhas, de contração lenta, lentas oxidativas) têm diferentes propriedades metabólicas e contráteis. A tabela 1 demonstra que as fibras do tipo II (rápidas) são mais bem adaptadas ao trabalho anaeróbio, enquanto as fibras do tipo I (lentas) são mais bem adaptadas às demandas aeróbias. (FLECK; KRAEMER, 2006).

As fibras do tipo II são capacitadas para desempenhos de alta intensidade e curta duração, como evidenciado por suas características físicas e bioquímicas (ver tabela 2), exercício como tiros de 40 m, levantamentos de 1RM e séries de força (2 a 4 RM) de um exercício. Esses tipos de fibra têm alta atividade miofibrilar de ATPa-se (ou ATPse miofibrilar), a enzima que quebra a ATP e libera energia para a contração muscular. As fibras do tipo II são capazes de contrações em altas velocidades e possuem relaxamento rápido também. Essas características permitem que essas fibras produzam força em curto período de tempo ou grande produção de potência. Essas fibras contam predominantemente com fontes anaeróbias de energia necessária para a ativação muscular. Isso fica evidente pelos seus altos estoques de ATP e PC intramuscular, bem como altas atividades enzimática glicolíticas. São fibras com baixa capacidade aeróbia, evidenciada por seus baixos estoques de triglicerídeos (triacilgliceróis) intramusculares, baixa densidade capilar e mitocondrial e pouca atividade de enzimas aeróbias.

O fato de as fibras do tipo II contarem predominantemente com fontes aeróbias de ATP utilizada de forma aeróbia faz com que essas fibras sejam altamente suscetíveis à fadiga. As fibras do tipo II são mais aptas a executar atividades que necessitem grande produção de potência e de curta duração. (FLECK; KRAEMER, 2006).

As fibras do tipo I são mais adaptadas a executar atividades aeróbias. Essas fibras apresentam características que incluem altos níveis de enzimas oxidativas, alta densidade capilar e mitocondrial, grande armazenamento intramuscular de triglicerídeos e baixos níveis de fadigabilidade. São as fibras ideais para exercícios de longa duração e baixa intensidade, como corrida e natação de longa distância, bem como séries de treinamento de força com 20 ou mais repetições, e contrações em velocidades muito baixas. (FLEXK; KRAEMER, 2006).

Vários subtipos das fibras dos tipos I e II são conhecidos. As fibras do tipo IIA possuem boas características aeróbias e aeróbias e anaeróbias; por sua vez, as fibras de tipo IIB têm boas características anaeróbias, mas não aeróbias (ESSEN 1975; STARON, HAGERMAN; 2001; STARON, HIKIDA E HAGERMAN, 1983). Parece que as fibras do tipo IIB são apenas um reservatório de fibras (com baixa capacidade oxidativa) não utilizadas, que a partir de um recrutamento podem vir a se transformar em fibras do tipo IIA. (Adams 1983; Staron, 1991, 1994). Grandes reduções nas fibras do tipo IIB ocorrem com o treinamento de força de alta intensidade, o que apóia essa teoria. As fibras do tipo IIC são muito raras nos seres humanos e são mais oxidativas que as dos tipos IIA e IIB em diversas características bioquímicas. As fibras do tipo IIB são híbridas, em outras palavras, uma combinação dos tipos IIA e B, e podem ser uma fase transitória para um tipo de fibras intermediário.

A fibra muscular do tipo I apresenta somente um subtipo, a IC. Há pouquíssimas fibras IC (geralmente menos de 5% do total). Com treinamento de força ou anaeróbio, as fibras do tipo IC podem aumentar em número devido à falta de estresse, oxidativo com esta modalidade de treino. (FLECK; KRAEMER, 2006).

Os subtipos das fibras do tipo II representam uma continuação em menor grau, das fibras oxidativas do tipo IIB a fibras mais oxidativas, tipo IIC. O grande arranjo dos subtipos das fibras do tipo II permite considerável transformação entre os subtipos de fibras do tipo II devido ao treinamento físico (INGJER, 1969; STARON, HIKIDA E HAGERMAN, 1983; STARON, 1991, 1994). Alguns estudos que não usaram um grande espectro de perfil dos tipos de fibras sugeriram que a transformação de fibras pode ocorrer, com o treinamento físico, entre as fibras dos tipos I e II (HAGGMARK, JANSON E ERIKSSON, 1982; HOWALD, 1982). Porém, agora parece que as alterações ocorrem somente dentro dos subtipos das fibras dos tipos I ou II. Estudos mais antigos provavelmente apresentaram erro devido à falta de técnicas histoquímicas para analisar os diferentes subtipos de fibras musculares.

TABELA 2 - Características das fibras musculares dos tipos I e II

Característica	Tipo I	Tipo II
Força por área de secção transversa	Baixa	Alta

Atividade da ATPase miofibrilar (pH 9,4)	Baixa	Alta
Estoque de ATP intramuscular	Baixo	Alto
Estoque de PC intramuscular	Baixo	Alto
Velocidade de contração	Lenta	Rápida
Tempo de relaxamento	Lento	Rápido
Atividade enzimática glicolíticas	Baixa	Alta
Resistência (endurance)P	Alta	Baixa
Estoque de glicogênio intramuscular	Alto	Baixo
Estoque de triglicerídeos intramusculares	Alto	Baixo
Estoque de triglicerídeos intramusculares	Alto	Baixo
Conteúdo de mioglobina	Alto	Baixo
Atividade enzimática aeróbia	Alta	Baixa
Densidade capilar	Alta	Baixa
Densidade mitocondrial	Alta	Baixa

Fonte: FLECK; KRAEMER, 2006.

3 TREINAMENTO DE FORÇA

3.1 Definições básicas do treinamento de força

Descreveremos de acordo Fleck e Kraemer (2006), alguns termos relevantes utilizados normalmente na descrição dos programas ou princípios do treinamento de força.

- a) Quando um peso está sendo levantado, os músculos envolvidos normalmente estão encurtando ou realizando uma ação muscular concêntrica (ver figura 3a). Durante uma ação muscular concêntrica ocorre o encurtamento do músculo e, portanto, a palavra contração também é adequada para este tipo de ação muscular.
- b) Quando um peso está sendo baixado de maneira controlada, os músculos envolvidos são normalmente alongados de maneira controlada, o que é chamado de ação muscular excêntrica (ver figura 3b). Os músculos somente podem encurtar ou alongar de maneira controlada; eles não podem forçar contra os osso aos quais estão fixados. Na maioria dos exercícios, a

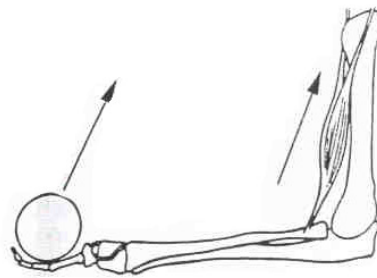
gravidade puxará o peso de volta à posição inicial de um exercício. Para controlar o peso à medida que ele retorna para a posição inicial, os músculos devem alongar de maneira controlada, ou o peso cairá de forma abrupta.

- c) Quando um músculo é ativado e desenvolve força, mas também movimento visível ocorre na articulação, acontece uma ação muscular isométrica (figura 3c). Isso pode ocorrer quando um peso é mantido estacionário ou quando uma carga é muito pesada para ser levantada. A força em uma ação isométrica máxima é maior do que a força concêntrica máxima em qualquer velocidade de movimento, porém é menor do que a força excêntrica máxima em qualquer velocidade de movimento.
- d) A repetição é o movimento completo de um exercício. Ela normalmente consiste em duas fases: a ação muscular concêntrica, ou o levantamento da carga, e a ação muscular excêntrica, ou o abaixamento da carga.
- e) A série é um grupo de repetições realizadas continuamente, sem interrupção ou descanso. Apesar de uma série poder consistir em qualquer número de repetições, normalmente são utilizadas de 1 a 15 repetições.
- f) Repetição máxima, ou RM, é o número máximo de repetição por série que pode ser realizado com a técnica correta utilizando-se determinada carga. Portanto uma série de determinada RM implica que ela seja realizada até que haja fadiga voluntária momentânea. A carga mais pesada que pode ser utilizada em uma repetição completa de um exercício é considerada 1RM. Uma carga mais leve que permite completar 10 repetições, e não 11, com a técnica correta é considerada 1RM.
- g) Potência é a taxa de realização de trabalho. A potência durante uma repetição é definida como o peso levantado multiplicado pela distância vertical pela qual ele é levantado dividido pelo tempo para completar a repetição. Se 45 kg (445 N) são levantados verticalmente por 0,9 m em 1 segundo, a potência é igual a 45 kg multiplicados por 0,9 m e divididos por 1 segundo, ou 40,5 kg.m.s⁻¹ (ou cerca de 300 w). A potência durante uma repetição pode ser aumentada pelo levantamento do mesmo peso na mesma distância vertical em um menor período de tempo. A potência também pode ser aumentada se levantado uma carga maior na mesma distância vertical e no mesmo período de tempo de uma carga mais leve. Normalmente, fatores tais como o comprimento do braço ou da perna limita o aumento da potência pelo

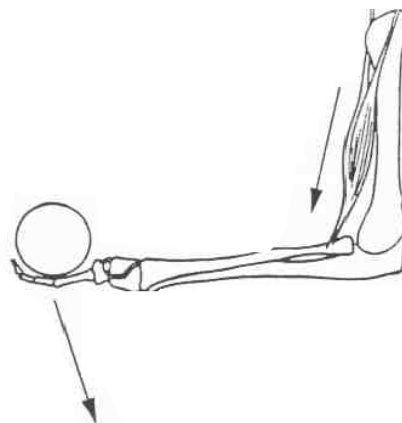
movimento do peso em uma distância maior. Portanto, o único modo de aumentar a potência é aumentar a velocidade de movimento ou levantar uma carga maior na mesma velocidade ou em velocidade maior do que aquela em que é levantada uma carga mais leve.

- h) Força é a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento em determinada velocidade específica. Em um exercício como o supino, 1RM é a media de força em uma velocidade relativamente lenta. A clássica curva força-velocidade concêntrica indica que, à medida que a velocidade aumenta, a força máxima diminui. Por outro lado, uma vez que a velocidade excêntrica aumenta, a força máxima aumenta até atingir um platô.

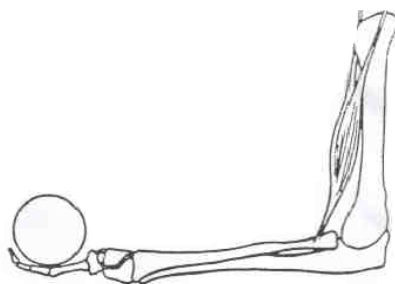
Figura 3 – Principais Ações Musculares



a – durante uma ação muscular concêntrica, o músculo encurta.



b – durante uma ação muscular excêntrica, o músculo estira de maneira controlada.



c – durante uma ação muscular isométrica, nenhum movimento articular ocorre, e não há encurtamento ou estiramento do músculo.

Fonte: Fleck; Kramer, 2006.

3.2 Princípios básicos para o treinamento de força

O treinamento de força, também conhecido como treinamento contra resistência ou treinamento com pesos, tornou-se uma das formas mais populares de exercício para melhorar a aptidão física de um indivíduo e para o condicionamento de atletas (FLECK, KRAMER, 2006).

Portanto diversas variáveis podem ser manipuladas em um treinamento de força, como a escolha dos exercícios, ordem dos exercícios, tempo de intervalos entre séries e exercícios, número de séries e repetições em cada exercício, velocidade das repetições, intensidade do exercício e a frequência do treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

De acordo com Derlome (1945), para desenvolver a força muscular deveria ser aumentada a carga (peso) e não número de repetições. Desta forma, foram introduzidos os conceitos de repetição máxima (força de 1 RM) e de 10 Rm², para o estabelecimento da sobrecarga de treinamento. Assim, o treinamento seria específico para o desenvolvimento da força, mantendo-se a intensidade de treinamento alta. Caso a sobrecarga utilizada fosse mantida constante com o treinamento seria necessário aumentar o número de repetições, resultando em melhorias não mais na força máxima, mas na resistência de força. O máximo de hipertrofia é obtido com cargas entre 80 e 95% da 1RM (FRY, 1994). No entanto,

uma sobrecarga em torno de 60% a 80% da capacidade geradora de força de um músculo proporciona um estímulo suficiente para aumentar a força muscular. Geralmente esta carga permite completar cerca de 10 repetições de um determinado exercício (MCARDLE, 2003). No entanto, dependendo do nível de resistência de força do indivíduo e do exercício realizado, este número de repetições para um percentual da 1RM é bastante variável. Parece que em exercícios como o supino, extensão de joelhos e puxada alta é possível realizar cerca de 10RM com um percentual de 80% da 1RM, embora na flexão de joelhos este percentual permite realizar em média apenas 6RM. Tal número de repetições são muito influenciadas pelo músculo exercitado, visto que é comum a realização de cerca de 7 a 8RM na rosca direta e 16RM no leg press (KRAEMER, RATAMESS, 2004).

O intervalo ideal entre as séries de exercícios depende do objetivo do treinamento. Para aperfeiçoar a hipertrofia são realizados intervalos curtos, com duração de 1 a 2 minutos ou menos, pois resultam em grande produção de metabólitos e hormônios. Contudo, deve-se estar atento ao fato de que muitos sujeitos não conseguem manter o número de repetições máximas estabelecidas (ex. 3 séries de 10 repetições), conforme as normativas previstas na literatura, com um intervalo curto de 90 ou 120 segundos de recuperação (LIMA, 2006). Para priorizar o desenvolvimento da força ou potência, o ideal são intervalos de descanso mais longos, com 3 a 5 minutos de duração, para possibilitar o restabelecimento da reserva de fosfagênios (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Quanto ao volume de treinamento, a realização de três séries tem apresentado maiores ganhos quando comparada a execução de apenas uma ou duas séries em cada exercício e são recomendados de 2 a 3 dias de frequência semanal para novatos e intermediários, sendo que estes últimos podem treinar de 3 a 4 dias por semana, estimulando cada grupo muscular de 1 a 2 vezes por semana (ACSM, 2002). Para cada treino, o ideal é que fossem realizados de 8 a 10 exercícios envolvendo grandes grupos musculares (HASS, 2001). A realização correta do exercício sempre é prioridade e parece que a velocidade ideal de execução das repetições para o ganho de força é a moderada, correspondendo a cerca de 180 a 240 graus da articulação trabalhada por segundo (ACSM, 2002).

De todas as variáveis apresentadas, acredita-se que a intensidade dos exercícios seja a mais importante para o desenvolvimento da força e hipertrofia muscular. No entanto, deve-se lembrar que tanto a intensidade de 1RM como a de

25RM são máximas, pois são esforços máximos na percepção do esforço (FRY, 1994). Por este motivo define intensidade máxima no presente estudo como o percentual mais elevado da 1RM.

3.3 A força muscular

De acordo com ACSM (2002) a força muscular aumenta aproximadamente 40% em indivíduos destreinados, 20% nos moderadamente treinados, 16% nos treinados, 10% nos avançados e 2% em atletas de elite de força em períodos compreendidos entre 4 semanas e 2 anos quando submetidos ao treinamento com sobrecarga.

Estudos de curta duração (ACSM, 2002), como de 11 a 16 semanas, demonstraram que a maior parte dos ganhos de força ocorrem entre as 4 a 8 semanas do treinamento com as sobrecargas. Tem o sistema nervoso fundamental função nestes ganhos de força inicial nas primeiras fases de adaptação ao treinamento. (ACS, 2002; BARROSO, 2005; ENOKA, 1997). O aumento rápido da força nas primeiras duas semanas de treinamento é resultante de ajustes neurais (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

O primeiro passo na adaptação ao treinamento de força é ativar os músculos necessários para produzir força e superar as cargas na sessão de exercício. A unidade motora e a unidade funcional da atividade muscular, regida diretamente por controle neural cada fibra muscular regida diretamente por controle neural. Cada fibra muscular é inervada no mínimo por um neurônio motor alfa. Quanto menor for o número de fibras musculares de uma unidade motora, menor será a quantidade de força passível de ser produzida quando esta unidade for ativada. O número de fibras musculares numa unidade motora depende do nível de controle motor que é solicitado para a sua função. (FLECK, KRAEMER, 2006).

Conforme Enoka (1997), a coordenação intramuscular é representada pelo recrutamento de um número maior de unidades motoras, sendo verificada pelo aumento na atividade eletromiográfica¹, e na diminuição ou remoção da inibição autogênica pelos órgãos tendinosos de Golgi (OTG). Portanto são mecanismos de inibição neural, sensíveis à tensão muscular localizados em série com alguns fibras

¹ É uma técnica de monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis, representando a medida dos potenciais de ação do sarcolema, como efeito de voltagem em função do tempo.

musculares. E de acordo com Barroso (2005), quando a tensão atinge níveis que podem causar danos ao sistema muscular, os OTG aumentam suas atividades elétricas inibindo a descarga neural dos motoneurônios para os músculos ativos, levando à diminuição da força produzida ou impedindo o seu aumento.

Assim, a coordenação intermuscular é representada pela redução na co-ativação dos antagonistas, aumentando a força resultante no sentido desejado (CAROLAN e CAFARELLI, 1992; ENOKA, 1997) e pela melhor coordenação entre os músculos agonistas, sinergistas e fixadores. Em idosos, o aumento da força ocorre na faixa de 40 a 300% com apenas 8 a 12 semanas de treinamento de força, sendo que somente 10 a 13% deste aumento pode ser explicado por ganho da massa muscular. Até mesmo a realização de treinamento mental (imaginário) acarreta em ganhos de força (ENOKA, 1997). Desta forma, ficam claras as mudanças que ocorrem na coordenação neural dos músculos. Contudo, com 6 a 7 semanas de treinamento de força a hipertrofia muscular torna-se evidente e a contribuição das adaptações neurais para o ganho de força tende a diminuir (ACSM, 2002; BARROSO, 2005).

Folland e Williams, 2007; Meloni; 2005; Cotinho, 2004, compreendem que a hipertrofia muscular se dá pelo aumento do volume das miofibrilas e adição de sarcômeros à fibra muscular, onde ocorre em resposta adaptativa aos exercícios com sobrecargas e o alongamento crônico.

Meloni (2005), destaca sobre alguns estudos que apresentam consideráveis dados, que vem a sugerir ainda a ocorrência do aumento no número das fibras musculares em seres humanos. Caracterizando assim, a hiperplasia muscular, existindo porém, no meio científico controvérsias a este respeito.

Embora os mecanismos celulares responsáveis pela hipertrofia muscular não estejam totalmente esclarecidos, o treinamento de força eleva a taxa de síntese de proteínas, adicionando novos filamentos contráteis à fibra muscular preexistente, levando o músculo a gerar uma maior força (GLASS, 2003). A hipertrofia ocorre preferencialmente nas fibras tipo II e a síntese protéica tem início evidente após apenas 4 horas da sessão de treinamento com sobrecargas (FRY, 2004). Em virtude das fibras tipo II apresentarem maior plasticidade, a hipertrofia ocorre mais rapidamente nas mesmas e as pesquisas de curta duração (6 a 10 semanas) têm encontrado hipertrofia preferencialmente nestas fibras (FOLLAND; WILLIMS, 2007).

Enoka (1997), ressalta que embora haja pesquisas que demonstram a ocorrência de aumentos significativos na área de secção transversa das fibras musculares somente após cerca de 8 semanas de um programa de exercícios e recentemente foi apresentada a possibilidade de alterações na morfologia muscular com apenas duas semanas de treinamento de força (SEYNNES, 2007). Neste estudo foi encontrado, por meio de ultrassonografia, aumento da área de secção transversa das fibras musculares. Ocorreu também aumento da força máxima e da atividade eletromiográfica. Tais achados sugerem que a hipertrofia muscular ocorre mais rapidamente do que o reportado previamente, contribuindo com os ganhos neurais para o aumento da força nas primeiras fases do treinamento. Além disso, não parece ocorrer qualquer platô nos ganhos de hipertrofia nos primeiros seis meses de treinamento de força (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

De acordo com Zoppi (2005), o processo de síntese protéica envolve a ativação dos genes específicos, sua transcrição e tradução. A maioria dos genes presentes em todas as células do organismo normalmente está suprimida, apenas uma pequena fração em cada célula está ativada, e esta ativação depende de uma série de fatores tanto endógenos como exógenos.

Portanto um dos principais estímulos exógenos para que ocorra a hipertrofia e o ganho de força é o treinamento com ações excêntricas (alongamento do músculo com concomitante geração de tensão), que acarreta em maior ocorrência de danos a fibra muscular, maior grau de tensão sobre cada fibra ativa e alongamento a que a fibra é submetida (BARROSO, 2005). Os estímulos endógenos mais importantes são os hormônios mecânico (MGF), que regula a expressão do gene que codifica as moléculas de miosina em resposta ao estresse mecânico da sobrecarga imposta aos músculos. Este fator de crescimento possui muito similaridade com o IGF-1 (fator de crescimento da insulina) que está associado ao processo de ativação gênica sinalizando aumento da transcrição de proteínas contráteis, sendo apenas ativação gênica, sinalizando aumento da transcrição de proteínas contráteis, sendo apenas ativado em células musculares que foram submetidas à tensão (ZOPPI, 2005).

Através da síntese protéica ocorre um aumento na quantidade de proteínas no interior do sarcoplasma. Como cada núcleo da fibra muscular é responsável por um determinado volume do sarcoplasma, se faz necessária uma maior quantidade de núcleos para a manutenção do domínio mionuclear (FOLLAND; WILLIAM, 2007). Isto é conseguido por meio da incorporação de células satélites pela fibra muscular.

As células satélites são mononucleadas e se encontram no estado quiescente entre o sarcolema e a membrana base das fibras musculares (BARROSO, 2005). Foi verificada uma proliferação rápida de células satélites após 4 dias de uma única sessão de treinamento excêntrico intenso (KRAMER, 2004).

Enoka (1997), identifica que o aumento na força de um músculo pode ser evidenciado em uma tarefa (contração dinâmica), mas não em outra tarefa (contração isométrica). Assim os ganhos de força em treinamento isométricos são específicos aos ângulos treinados (Moura, 2004). E de acordo com Simões (2004), este podem ser até 50% superiores aos ganhos obtidos nos demais ângulos articulares não treinados.

Para Follande Williams (2007), é possível que os fatores neurais como a aprendizagem do movimento específico que ocorre com o treinamento dinâmico, contribuam para um maior aumento na força de 1RM em comparação aos ganhos na força sométrica. Compreende portanto, que tais fatos sugerem uma baixa transferência do treino dinâmico para o aumento da força isometria.

Conforme Aagaard; Simonsen; Andersen; Magnusson; Dyhe-Poulsen; Increased (2002). A taxa de desenvolvimento da Força (TDF) é um importante indicador fisiológico, pois determina a força que pode ser gerada rapidamente no início da contração muscular. O treinamento de força aumenta a TDF resultando em maior força muscular explosiva, isto é, possibilidade de gerar uma determinada força em menor tempo ou uma força maior num mesmo período de tempo. Tal ganho é importante tanto para atletas de potência (ex. velocistas e lutadores) como para a população idosa, na qual a habilidade de gerar uma resposta rápida de força muscular pode reduzir a incidência de quedas. Este aumento da TDF pode ocorrer em parte pelo aumento da capacidade de liberação de cálcio intracelular que ocorre com o treinamento de força.

4 GRUPO MUSCULAR ISQUIOTIBIAL

4.1 Os músculos Isquiotibiais

A grande massa muscular localizada na face posterior da coxa é constituída pelos músculos semitendinoso, semimembranoso e bíceps femoral, os quais são

chamados coletivamente de isquiotibiais ou hamstrings² e possuem uma inserção proximal comum na tuberosidade isquiática. Este grupo muscular possui um importante papel da flexão do joelho, mas também estão envolvidos na extensão do quadril e na rotação do joelho, quando este está fletido (ONISHI, 2002).

Os músculos semimembranoso e semitendinoso, além de agirem na extensão do quadril e na flexão do joelho, eles também podem rodar medialmente a tíbia sobre o fêmur, particularmente quando o joelho está semifletido (MOHAMED; PERRY; HISLOP, 2003). O semitendinoso é um músculo que possui um longo tendão semelhante a um cordão arredondado, o qual se inicia no terço inferior da coxa. Sua inserção distal está na face medial na parte posterior da tíbia (figura). O músculo semimembranoso é um músculo profundo e se insere distalmente na parte posterior do côndilo medial da tíbia (figura 4) (MOORE, 1994).

O músculo bíceps femoral está situado na face pósterio-lateral da coxa, originando-se de duas cabeças, separadas por uma distância considerável: a cabeça longa e cabeça curta. A cabeça longa fixa-se na tuberosidade isquiática, juntamente com os músculos semimembranoso e o semitendinoso. A cabeça curta tem sua origem proximal a partir da metade inferior do fêmur. No terço inferior da coxa, a cabeça longa começa a se estreitar, juntando-se na sua face profunda à cabeça do bíceps (figura 4,5,6) (MOORE, 1994; ONISHI, 2002).

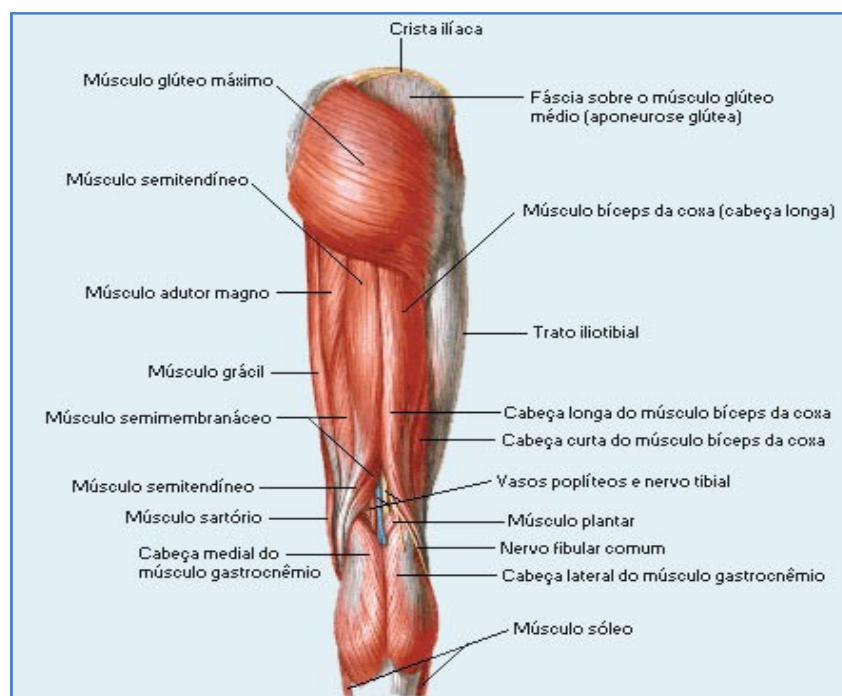
² É a nomenclatura atribuída para este grupo muscular na língua inglesa; este termo também é utilizado no português por alguns autores.

Figura 4 – Anatomia dos músculos Isquiotibiais



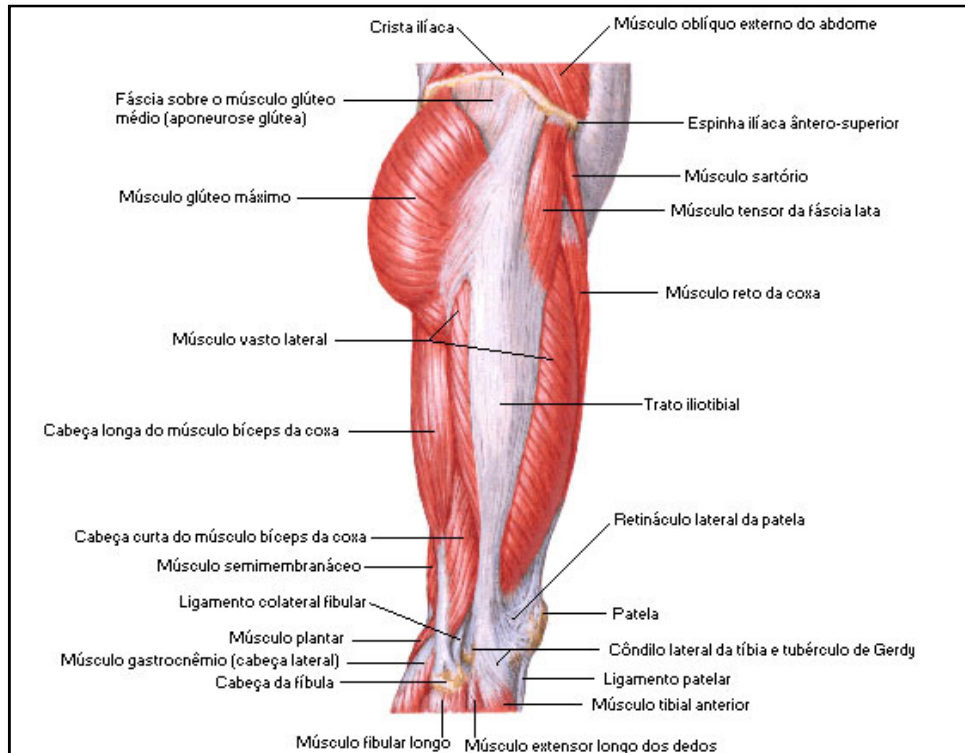
Fonte: <http://spallafisioterapia.wordpress.com/tag/isquiotibiais/>

Figura 5 – Dissecção da face posterior das regiões do glúteo, coxa e joelho



Fonte: <http://www.sogab.com.br/anatomia/miologiajonas2.htm>

Figura 6 – Dissecação superficial da face lateral das regiões do glúteo, coxa e joelho



Fonte: <http://www.auladeanatomia.com/sistemamuscular/coxa.htm>

O bíceps femoral, juntamente com os demais músculos da coxa, garante a estabilidade dinâmica da articulação do joelho e também possui a função de rotador lateral do joelho. Daí a preocupação presente nos programas de reabilitação em realizar trabalhos de fortalecimento muscular e alongamento nestes músculos (MOHAMED, PERRY; HISLOP, 2003). O bíceps, em particular, desempenha um papel importante na flexão do joelho e na substituição das funções do ligamento cruzado anterior, evitando a translação anterior da tíbia em relação ao fêmur, quando este sofre rupturas (LI, 1999; MAITLAND, 2000; YANAGAWA, 2002).

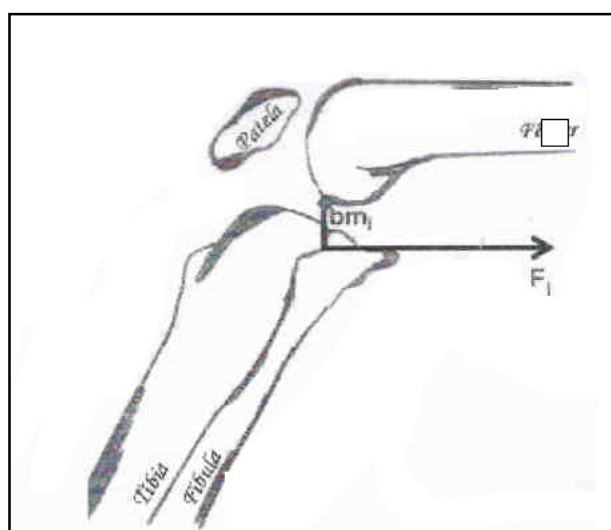
Quando se trata de estudos de EMG de superfície, o músculo semitendinoso e a cabeça longa do bíceps possuem uma importante propriedade, que é a sua localização superficial. Isto facilita a captação dos sinais elétricos. Assim, trabalhos que possuem como objetivos estudar a atividade elétrica dos isquiotibiais utilizam a cabeça longa do bíceps como representante deste grupo muscular (KELLIS; BALTZOPOULOS, 1998). No caso da análise eletromiográfica, é importante

conhecer a morfologia que caracteriza o músculo envolvido, como por exemplo, a massa, o volume, o comprimento das fibras, o tipo de fibras e a área de seção transversal. A cabeça longa dos bíceps femoral consiste num músculo, conforme descrito anteriormente, que possui ação biarticular e é um rotador lateral da articulação do joelho. Além disso, é innervado pelo nervo tibial e possui uma massa de 128,4 g; um volume de 241,4 cm³, suas fibras musculares possuem por volta de 80,2 mm e a área de seção transversal de 29,8 cm². Em relação ao tipo de fibra muscular esse músculo possui um maior percentual de fibras do tipo I, correspondendo a 66,9%, o que pode definir a característica de ter capacidade para contrações mais sustentadas ou repetidas, que requerem tensão relativamente baixa (ONISHI et al., 2002).

4.2 Modelo biomecânico do joelho

A articulação do joelho é a mais complexa em termos mecânicos e uma das mais simples em termos funcionais. As estruturas ósseas que compõem esta articulação são os côndilos do fêmur, a patela, o platô tibial e a cabeça proximal da fíbula (figura 7) (KAPANDJI, 2000).

Figura 7 – Representação Simplificada da Linha de força dos Isquiotibiais



Fonte: Kellis, 1999.

O movimento humano pode ser descrito e modelado matematicamente com o objetivo de se compreender os mecanismos internos reguladores e executores do movimento. As descrições matemáticas de um determinado movimento devem ser precedidas por um modelo biomecânico do sistema osteomioarticular estudado. Este deve contemplar as estruturas anatômicas envolvidas no movimento, assim com a distribuição das forças e momentos articulares, levando em conta uma referência bi ou tridimensional (BAUMANN, 1995; AMADIO, 1996).

A precisão do modelo biomecânico de um segmento corporal está diretamente ligada à forma como o mesmo é obtido. Alguns anos atrás, para se obter um modelo fidedigno ao segmento estudado o mesmo deveria ser proveniente da observação de cadáveres. No entanto, com o avanço das tecnologias na área de instrumentação médica, os modelos biomecânicos dos segmentos do corpo humano estão cada vez mais precisos, permitindo até análises tridimensionais da estrutura anatômica (YAMAGUCHI; ZHANG 1989).

Para a execução deste estudo adotou-se como base para o desenvolvimento do modelo biomecânico do joelho, o modelo proposto por Smidt (1973). Neste modelo os músculos isquiotibiais são considerados como um único grupo muscular. A identificação das contribuições independentes de cada músculo é uma tarefa praticamente impossível, visto que os componentes anatômicos de transmissão das forças (tendões) geradas pelas fibras musculares até a inserção, são fisicamente entrelaçados (DVR, 2002).

A linha de ação de força deste grupo muscular é definida como uma linha que se origina na parte posterior da fíbula e é paralela ao fêmur (figura) (SMIDT, 1973). O braço de momento de tendão dos isquiotibiais ao redor do joelho foi mensurado in vitro (HERZOG, 1993) e in vivo usando roentgenografia (SMIDT, 1973; NISSELL, 1985), videofluoroscopia (BALTZOPOULOS, 1995) ou imagem por ressonância magnética (WRETENGER, 1996).

Em geral os braços de momento do tendão dos isquiotibiais variam de 2 a 3 cm. Ellis (1979) indicou que o braço de momento deste grupo muscular é aproximadamente 50 a 80% do braço de momento do tendão patelar. Isto indica que para o mesmo braço de força, os isquiotibiais têm que exercer uma força maior que o quadríceps.

Considerando o braço de momento como a distância perpendicular da linha de força dos isquiotibiais até o ponto de contato tibiofemoral (figura), Kellis e

Baltzopoulos (1999) determinaram valores do braço de momento através de imagem por videofluoroscopia da flexão do joelho em intervalos variando de 0 a 90 graus. Esses variaram de $29,9 \pm 2,6$ mm, em intervalos de 0 a 10 graus, para $20,5 \pm 4,8$ mm, em intervalos de 80 na 90 graus.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que se aumente a força muscular, os mecanismos anabólicos entram em ação para promover adaptações morfológicas a fim de superar a sobrecarga imposta de treinamento. O aumento da massa muscular é um destes mecanismos, e este altera o componente mesomórfico do indivíduo (MCardle et al, 2003).

As adaptações fisiológicas devem associar-se ao treinamento de força, incluindo o aumento na massa muscular, massa óssea, aumento na espessura do tecido conjuntivo, favorecendo os aumentos na força, resistência muscular e hipertrofia.

Em conclusão, baseando nas constatações desse estudo de revisão, entendemos a relevância do treinamento de força em relação aos músculos isquiotibiais, e conseqüentemente os benefícios para o aumento da força, a saúde, a densidade óssea, a capacidade funcional como subir e descer degraus, caminhar rápido.

Outro fator também de grande importância é a melhoria da performance esportiva que necessitam especificamente desses músculos isquiotibiais para o seu melhor desempenho como: a corrida, o futebol, o voleibol entre outros.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, G. HATHER, B.M.; BALDWIN, K.M.; AND DUDLCY, G.A. **Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training**, Journal of Applied Physiology, 1993.
- AMADIO, A.C. **Fundamentos biomecânicos para a Análise do movimento humano**. São Paulo. EEFÉ-US, 1996.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND: **Progression Models in Resistance Training For Healthy Adults**. Med. Sci Sporta Exerc. 2002.
- BALTZOPOULOS, V.A. Videofluoroscopi method for optical distortion correction and measurement of knee-joint kinematics. **Clinical Biomechanics**, v. 10, n.2 1995.
- BARROSO R.; TRICOLI V.; UGRINO WITSCHC. **Adaptações Neurais e Morfológicas ao Treinamento de Força com Ações Concêntricas**. Ver. Bras. Ciências Mov. 2005.
- BAUMANN, W. Procedimentos para determinar as forças internas na biomecânica do ser humano – aspectos da carga e sobrecarga nas extremidades inferiores. In: **Congresso brasileiro de biomecânica**, 4., 1995, Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Biomecânica, 1995.
- CAROLAN, B.; CAFARELLI, E. **Adaptations In Co-Activation After Isometric Resistance Training**. J. APPL Physiol, 1992.
- CHEIDA, Luiz Eduardo – **Biologia integrada: volume único**. São Paulo, FTD (coleção delta), 2003.
- CRAMERI, R.M.; Langberg, H; Magnusson, P. Changes in Satellite Cells in Human Skeletal Muscle After a Single Bout Of High Intensity Exercise J. Physiol, 2004.
- DELORME, T.L. **Restoration Of Muscle Power By Heavy Resistance Exercises**, J. Bone Joint Surge, 1945.
- DVIR, Z. **Isocinética: Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas**. São Paulo: Editora Manole, 1ª Edição, 2002.
- DI DIO, L.; Pizainatto, C. **Novo Atlas do Corpo Humano**, São Paulo, Klick Editora, 2001.
- ELLIS, M.I; ET AL. **Forces in the knee joint while rising from normal and motorized chairs**. Eng. Med., 1979.
- ENOKA, R.M. **Neural Adaptations With Chronic Physical Activity**, Journal of Biomechanics, 1997.

ESSEN, B.; JANSON, E.; HERNIKSSON, J.; TAYLOR, A.W. AND SALTIN, B. **Metabolic Characteristics Of Fiber Types in Human Skeletal Muscle**, Acta Physiologica Scandinavica, 1975.

FLECK, S. J.; **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular** / Steven S. Fleck. Willian J. Kraemer; Tradução Jerri Luiz Ribeiro. 3ª Ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.

FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. **The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength**, Sports Med, 2007.

FRY, A.C. KRAEMER, W.J.; STONE, M.H. WARREN, B.J. FLECK, S.J., KERANEY., J.T., AND GORDON, S.E. **Endocrine Responses To Overreaching Before and After 1 Year of Weightlifting**, Canadian Journal Of Applied Physiology, 1994.

GARRET, RH; GRISHAN, C. M. **Molecular Aspects of Cell Biology**. Orlando: Sander College Publishing, 1995.

GEERTZ, C. **A interpretação das Culturas**. Rio de Janeiro: Guanabara, Koogan, 1989.

GLITSCH, U.; BAUMANN, W. The three-dimensional determination of internal loads in the lower extremity. **Journal of Biomechanics**, v. 30, n. 11/12, 1997.
HALL, Z.W; Ralston, E., **Nuclear Domains In Muscle Cells**, 1989.

GLASS, D. J. **Molecular Mechanisms Modulating Muscle Mass. Trends in Molecular Medicine**, 2003.

<http://www.xn--musculação-xza3b.com/estrutura-do-musculo-esqueletico.html>, acesso em 30/11/2012

<http://spallafisioterapia.wordpress.com/tag/isquiotibiais/>, acesso em 30/11/2012

<http://www.sogab.com.br/anatomia/miologiajonas2.htm>, acesso em 30/11/2012

<http://www.auladeanatomia.com/sistemamuscular/coxa.htm>, acesso em 30/11/2012

HASS, C.J.; FREIGENBAUM, M.S.; FRANKILIN, B.A. **Prescription of Resistance Training Healthy Populations**, Sport Med, 2001.

HAWKE, T.J. GARRY, D. J. **Myogenica Satellite Cells.; Physiology to Molecular**, Biology – Journal of Applied Physiology.

HERZOG, W.; READ, L. **lines of action and moment arms of the major force-carrying structures crossing the human knee joint**. Journal of Anatomy, v. 182, 1993.

HIKIDA, R. S.; VAN NOSTRAN, S. MURRAY, J. D.; STARON, R.S.; GORDON, SE; KRAEMMER, N.J. **Mionuclear Loss in Atrophied Soleus Muscle Fibers – Anatomical**, Record, 1997.

KAPANDJI, I.A. **Fisiologia Articular**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, v. 3, 2000.
KELLIS, E. **Quantification of quadriceps and hamstring antagonist activity**. Sports Medicine, v. 25 n. 1, 1998.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. **Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription**, Med Sci Sports Exerc., 2004.

LI, G.; RUDY, TW.; SAKANE; M.; KANMORI, A.; MA, C.B; WOO, S.L-Y. **The importance of quadriceps and hamstrings muscle loading on knee kinematics and in situ forces in the ACL**, Journal of Biomechanics, v. 32, 1999.

MELONI, V.H.M., **O Papel da Hiperplasia na Hipertrofia do Músculo Esquelética**. Revista Brasileira Cine Des Hum, 2005.

MCARDLE, W.D.; KATCH.F.L., KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano**, 5ª edição, Guanabara, Koogan, 2003.

MCARDLE, N. D.; KATCH, FL.; **Fisiologia do Exercício; Energia, Nutrição e desempenho Humano**, 5ª Ed. Koogan, 2003.

MOHAMED, O.; PERRY, J.; HISLOP, H. **Synergy of medial and lateral hamstrings at three positions of tibial rotation during maximum isometric knee flexion**. The knee. V., 2003.

MOORE, K.L. **Anatomia orientada para a Clínica**. 3ª edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan,m 1994.

MOURA, J.A.R; Borher, T; Prestes, M.T. Zinn, J.L. **Influência de Diferentes ângulos Articulares Obtidos na Posição Inicial do Exercício Pressão de Pernas e Final do Exercício, Puxada Fronta sobre os valores de 1RM**. Revista Brasileira MED Esporte, 2004.

NISELL, R. Mechanics of the knee: a study of joint and muscle load with clinical applications. Acta Orthopt Scand, v. 56, 1985.

ONISHI, H.; YAGI, R.; OYAMA, M.; AKASAKA, K.; IHASHI, K.; HANDA, Y. **EMG-angle relationship of the hamstrings muscles during maximum knee flexion**. Journal of Electromyography and Kinesiology. V. 12, 2002.

PAVLATH, G. K.; RICH, K.; WEBSTER, S. G.; BLAU, H.M.; **Localization of Muscle Gene Products In Nuclear Domains- Nature**, 1989.

PEREIRA, B.; SOUZA JUNIOR, T.P. **Metabolismo Celular e Exercício Físico: Aspectos Bioquímicos e Nutricionais**; 2ª Ed. São Paulo, Phorte, 2007.

PETTE, D.; STARON, R. S. **Cellular and Molecular Diversities of Mammalian Skeletal Muscle Fibers, Review of Physiology**, Biochemistry and Pharmacology, 1990.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercícios: Teoria e Aplicação ao Condicionamento Físico e ao desempenho**. 3ª Ed. São Paulo; Manole, 2000.

SMIDT, G.L. **Biomechanical analysis of knee flexion and extension**. Journal of Biomechanics, v. 6, 1973.

STARON, R.S.; HIKIDA, R.S.; **Muscular Responses To Exercise And Training**, in Exercise and Sport Science, Edited By W. E. Garret Jr. And D. T. KIRKENDALL. Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins, 2001.

STARON, R.S.; HJAGERMAN, F.C.; HIKIDA, R.S. MURRYA, T.F.; HOSTELER, O.P.; CRILL, M.T.; RAGG, K.E.; AND TOMA, K-FIBER **Type com position of the vastus lateralis muscle of young men an women**. Journal of Histochemistry and cytochemistry, 2001.

STARON, R.S; KARAPONDO, D.L.; KRAEMER, W.J.; FRY, A.C.; Gordon, S.E. Falkel, J.E. Hagerman, F.C.; Gordon, S. E.; Falkel, J.E.; Hagerman, F.c.; AND HIKIDA, R.S. 1994, **Skeletal Muscle Adaptions in Heavy-Resistance-Trained Women, After Detraining And Retraining**, Journal of Applied Physiology, 1991.

SEYNNES, O. R; de Boer, M.; NARICI, M. Early Skeletal Hypertrophy and Archihigt – Intensity Resistance Training. J. Appl Physiol, 2007.

WRETENBERG, P. NEMETH, G., LAMONTAGNE, M. et al. **passive knee muscle moment arms measured in vivo with MRI**. Clinical Biomechanics, v. 11, 1996.

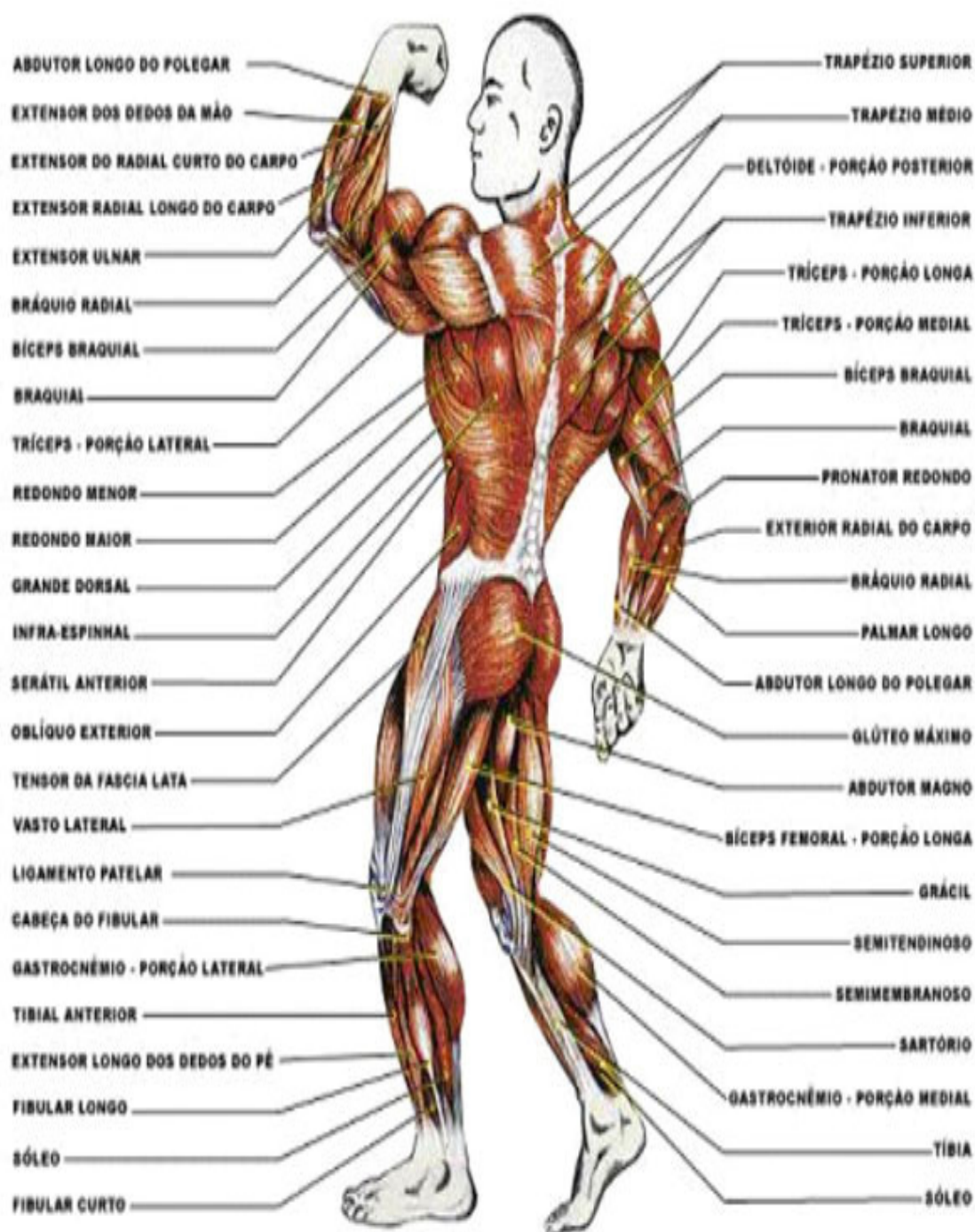
YAMAGUCHI, G.T. ZAJAC, F.E. **A planar model of the knee joint to characterize the knee extensor mechanism**. Journal of Biomechanics, v. 22, 1989.

YANAGAWA, T. SHELBURNE, K. SERPAS, F. PANDY, M. **Effect of hamstring muscle action on stability of the ACL-deficient knee in isokinetic extension exercise**. Clinical Biomechanics, v.17, 2002.

ZOPPI, C.C. Mecanismos **Moleculares Sinalizadores da Adaptação ao Treinamento Físico**. Revista Saúde, 2005.

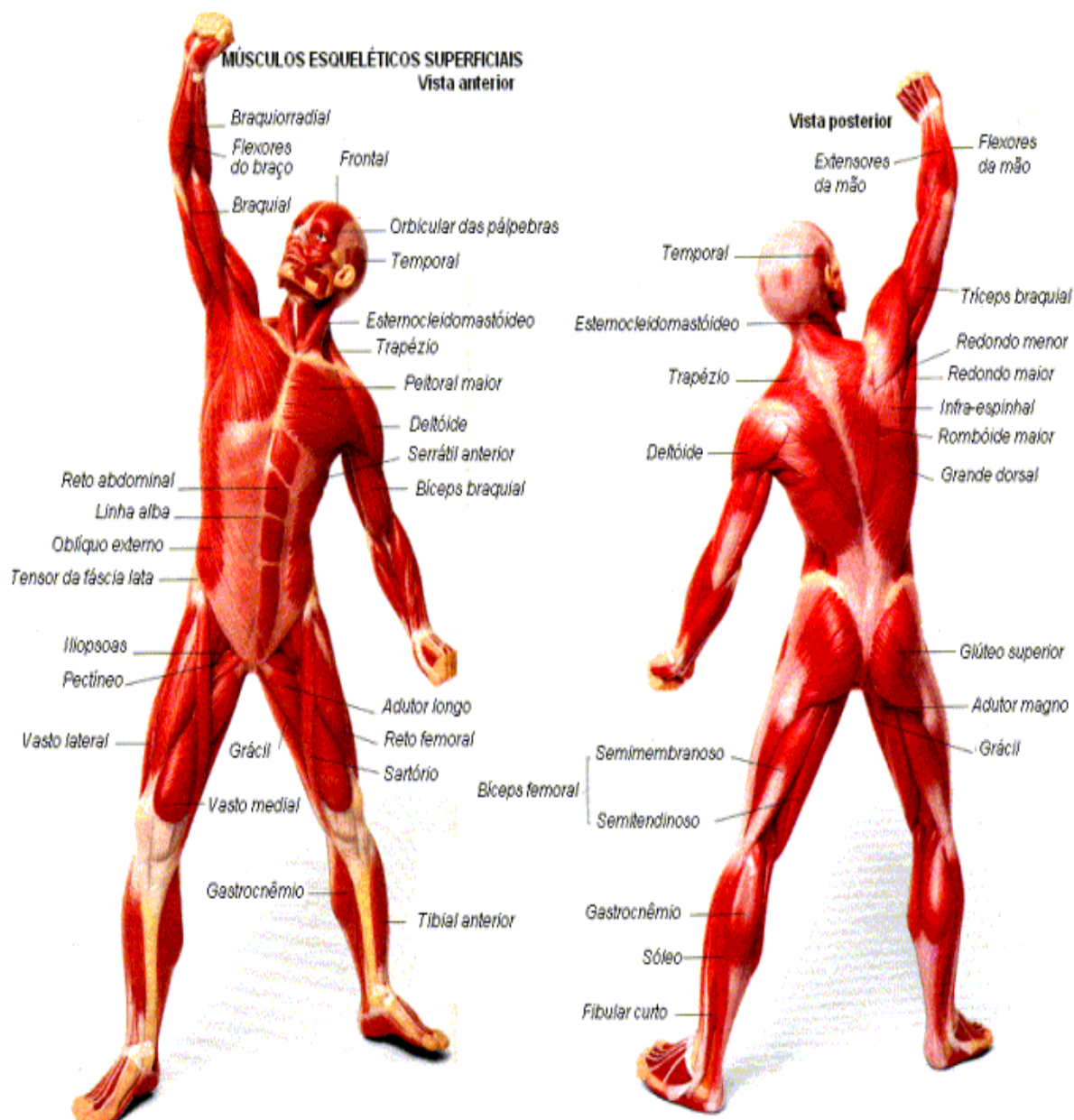
ANEXO 1- Mapa de Músculos do Corpo Humano

Mapa de Músculos



Fonte: <http://vocêdeolhoemtudo.com.br/saude/musculos-do-corpo-humano/>

ANEXO 2 – Mapa de Músculos Corpo Humano: Posterior / Anterior



Fonte: <http://fisioterapiams.blogspot.com.br/p/musculo-do-corpo-humano.html>